

WEST

Generate Collection

Print

L25: Entry 19 of 24


File: JPAB

Jan 16, 1998

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10012916 A
TITLE: LIGHT-EMITTING ELEMENT

Abstract Text (2):

SOLUTION: GaN material layers 2-6 are stacked on a sapphire substrate 1. A part of a crystal surface is dug to the n-type GaN layer 2. An n-side electrode 9 is formed on the n-type GaN layer 2 and a p-side electrode 8 on a p-type GaN layer 6 so as to form a GaN LED with DH(double hetero) structure outputting ultraviolet rays light. A phosphor layer 7, Y2O3: Eu3+, for example, is applied to GaN system LED. A mask is patterned on the layer, ultraviolet rays are exposed, only a part to be left as the phosphor layer 7 is solidified, and an unnecessary part is removed. Orange light spectrum whose peak wavelength is 611nm is obtained in the light-emitting spectrum of the obtained light- emitting element.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-12916

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.[°]

H 0 1 L 33/00

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 33/00

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-164816

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月25日

(71) 出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 柴田 真佐知

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

(72) 発明者 隈 彰二

茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線

株式会社アドバンスリサーチセンタ内

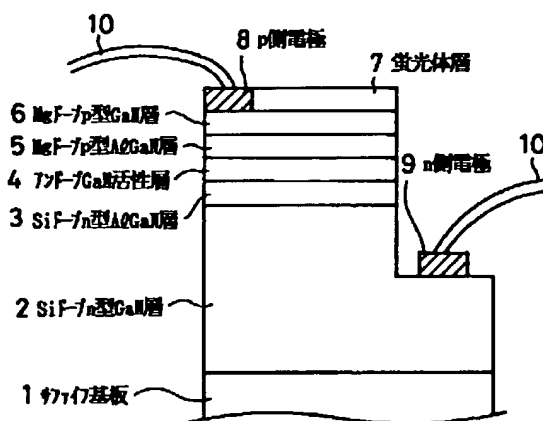
(74) 代理人 弁理士 松本 孝

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 LEDと蛍光体とを有機的に結合して、LEDの長所である小型、軽量、低消費電力、長寿命といった点を活かしつつ、これまでできなかった白色、中間色を含む様々な色合いを出せるようにする。

【解決手段】 サファイア基板1上にGaN系材料層2～6を積層し、結晶表面の一部をn型GaN層2に到達するまで掘り下げ、n型GaN層2の上にn側電極9を、そしてp型GaN層6上にp側電極8を形成して、紫外線発光を出力するDH構造のGaN系LEDを形成する。このGaN系LED上に、蛍光体層7、例えば $Y_2O_3:Eu^{3+}$ を塗布する。これにマスクパターンをかけ、紫外線露光を行って、蛍光体層7として残したい部分だけを固化させ、不要な部分を除去する。得られた発光素子の発光スペクトルはピーク波長611nmの橙が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】発光ダイオードのチップの光を取り出す表面に、該発光ダイオードの発光により励起されて蛍光を発する蛍光体を積層したことを特徴とする発光素子。

【請求項2】発光ダイオードのチップの光を取り出す表面に、該発光ダイオードの発光により励起されて蛍光を発する蛍光体を含有する層を積層したことを特徴とする発光素子。

【請求項3】請求項1または2に記載の発光素子において、前記蛍光体に、異なる発光ピークを有する蛍光体を2種類以上混ぜて用いることを特徴とする発光素子。

【請求項4】請求項1ないし3のいずれかに記載の発光素子において、前記蛍光体または蛍光体を含有する層が導電性を有し、かつ該蛍光体または蛍光体を含有する層の表面に電極を形成したことを特徴とする発光素子。

【請求項5】請求項1ないし4のいずれかに記載の発光素子において、発光ダイオードはIII族窒化物系の材料により構成され、励起光として紫外線を発光することを特徴とする発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオードと蛍光体とを有機的に組合わせて種々の色を発光できるようにした発光素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、表示用の可視光発光素子には、発光ダイオード(LED)がよく用いられている。LEDは発光層に用いる材料によって発光波長が決まり、発光スペクトルの鋭い単色光が得られる。従来使用されているLEDは、AlGaAs系の赤色LED、GaP系の緑色LEDが一般的で、最近これにGaN系の青色LEDが加わって、赤、青、緑の光の3原色が揃い、LEDによるフルカラーディスプレイが可能になった。

【0003】一方、様々な色の発光や、白色、中間色を得るものとして、蛍光体を利用した発光機器が使用されている。蛍光体を利用した発光機器には、低圧水銀放電により放出される紫外線を励起光源とした蛍光ランプが広く利用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】LEDは、小型、軽量、低消費電力、長寿命という利点がある反面、上述のように材料毎に発光波長が決まっており、また単色光しか得られないため、様々な色の発光や、白色、中間色を得るためには、異なる材料系で作成したLEDを組み合わせて用いる必要があった。しかし、異なる材料系のLEDを作成するためには、材料系毎に異なる結晶の作成装置やプロセス装置を必要とするため、多大な費用、労力、時間そして技術の蓄積が必要であった。

【0005】また、1つのLEDで白色や中間色を出すためには、1つのLED内に複数個の異なる材料からな

るチップを搭載する必要があり、LEDの構造が複雑で製作が難しく、従って高価であるとか、色合いの微調整が難しいとかといった問題がある上、LEDの特性毎に駆動回路を変えなければならなかった。このため、白色や中間色を1種類だけ必要とするような用途には、LEDは不向きであり、これまで原色光の表示にしか用いられてこなかった。

【0006】この点で、蛍光ランプは蛍光体の種類を変えることで色合いの微妙な調整が可能であることから上述した発光ダイオードのような不具合はないが、放電管が必要のため小型化が難しく、また点灯のための電源回路が必要であるという問題があった。また、LEDに比べて寿命が短いという問題もあった。

【0007】本発明の目的は、上述した従来技術の問題点を解消して、簡単な構造で、LEDの長所を活かしつつ、これまでできなかった様々な色合いの光を出すことが可能な発光素子を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、発光ダイオードのチップの光を取り出す表面に、該発光ダイオードの発光により励起されて蛍光を発する蛍光体を積層したことを特徴とする発光素子である。

【0009】蛍光体には、LEDの発光を励起光として、所望の波長の蛍光を発するものを選択して用いる。これによりLEDの発光で蛍光体を励起すると、発光ダイオードの発光色と異なる発光色の光を出すことができる。したがって、LEDの種類、即ち材料を変えることなく、チップ表面に積層する蛍光体を変えるだけという簡単な構造で、LEDでは得られない様々な色合いの発光素子を得ることができる。また、蛍光体をLEDチップ上に直接積層することで、励起光線を効率よく利用することができる。

【0010】蛍光体の励起光源としては、X線、電子線、紫外～可視光線などがある。本発明では、このうちLEDで発した紫外線～可視光線を励起光として用いる。特にGaN系結晶を用いて作成した紫外線発光LED上に、紫外線で励起されて可視光を発する蛍光体、例えば $Y_2O_3:Eu$ （発光色：赤）、 $(Sr, Mg, Ba)_3(PO_4)_2$ （発光色：橙）、 $ZnS:Cu$ （発光色：緑）、 $3Sr_3(PO_4)_2 \cdot CaCl_2:Eu^{2+}$ （発光色：青）、ハロリン酸塩系蛍光体（付活剤の Sb^{3+} と Mn^{2+} および母体中のFとClの比率を変えることによって、青白色～温白色まで変えることが可能）などを積層して用いる。また、これら以外の蛍光色を発する公知の蛍光体も使用できる。

【0011】請求項2に記載の発明は、発光ダイオードのチップの光を取り出す表面に、該発光ダイオードの発光により励起されて蛍光を発する蛍光体を含有する層を積層したことを特徴とする発光素子である。蛍光体を直接チップ面に積層するのではなく、蛍光体を含有する層

を積層する場合には、発光ダイオードの結晶作製工程と同様な工程を使って蛍光体含有層を積層することが可能となるので、製造工程の簡素化が図れる。

【0012】請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の発光素子において、前記蛍光体に、異なる発光ピークを有する蛍光体を2種類以上混ぜて用いることを特徴とする発光素子である。異なる発光ピークを有する蛍光体を2種類以上混ぜて用いると、複数の発光ピークを持つ光を出すことができ、中間色も容易に得られる。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載の発光素子において、前記蛍光体または蛍光体を含む層が導電性を有し、かつ該蛍光体または蛍光体を含む層の表面に電極を形成したことを特徴とする発光素子である。導電性のある蛍光体を用いて蛍光体上に電極を形成した場合には、蛍光体を通じてLEDに通電することで、蛍光体の発光面積を電極によって削られることなく、効率よく発光を得ることができる。

【0014】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載の発光素子において、発光ダイオードはIII族窒化物系の材料により構成され、励起光として紫外線を発光することを特徴とする発光素子である。紫外線を発光するIII族窒化物系の材料より構成された発光ダイオードを使用した場合には、蛍光体の発光効率がよくなる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。図1は本実施の形態による発光素子の構造図である。

【0016】この発光素子を作製するには、まず、サファイア基板1上に有機金属気相成長法(MOVPE法)を用いて、Siドープn型Ga_{0.9}N層2、Siドープn型AlGa_{0.1}N層3、アンドープGa_{0.9}N層4、Mgドープp型AlGa_{0.1}N層5、Mgドープp型Ga_{0.9}N層6をこの順に積層する。積層する結晶は、Mgドープ層5、6をp型化させるために、窒素雰囲気中で熱処理を加える。なお、これらGa_{0.9}N系材料を積層して成長し、LEDを作成する技術は公知であり、例えばAppl. Phys. Lett. 64(13), 1994, pp1687-1689, J. Crystal Growth 145(1994) pp911-917などに詳しく開示されている。

【0017】熱処理を加えてMgドープ層5、6をp型化させた段階で、結晶表面の一部をエッチングによりn型Ga_{0.9}N層2に到達するまで掘り下げ、n型Ga_{0.9}N層2の上にn側電極9を、そしてp型Ga_{0.9}N層6上にp側電極8をそれぞれ形成すると、DH(ダブルヘテロ)構造のGa_{0.9}N系LEDができる。こうして作成したLEDの電極8、9にワイヤ10をボンディングして通電する

と、活性層のバンド構造に対応した発光が得られる。本実施の形態例では、活性層をアンドープGa_{0.9}N層4としたことで、Ga_{0.9}Nのバンドギャップエネルギーに対応した、ピーク波長360nmの紫外線発光が得られた。得られた発光スペクトルを図2に示す。

【0018】このLEDの紫外線発光を励起光として発光する本発明の実施の形態にかかる発光素子を、次のようにして作製した。上述の方法で作成したGa_{0.9}N系LED上に、蛍光体Y₂O₃:Eu³⁺の粉末をポリビニルアルコールに混ぜ、重クロム酸塩を微量混ぜて分散させたものをスピンコートした。これにマスクパターンをかけ、紫外線露光を行って、蛍光体層7として残したい部分だけを固化させ、不要な部分を有機溶剤で洗い流した。最後に、不要な有機溶剤を除去するため、200℃の乾燥機中で乾燥させた。こうして作成した発光素子の発光スペクトルを図3に示す。発光はピーク波長611nmの橙であった。

【0019】同様の方法で、蛍光体材料に3Sr₃(PO₄)₂·CaCl₂:Eu²⁺を用いて作成した発光素子の発光スペクトルを図4に示す。この発光素子の発光スペクトルは、ピーク波長452nmの青色であった。

【0020】さらに、同様の方法で、蛍光体材料に3Ca₃(PO₄)₂·Ca(F,Cl)₂:Sb³⁺, Mn²⁺を用いて作成した発光素子の発光スペクトルを図5に示す。この発光素子の発光スペクトルは、480nmと576nmの2つのピーク波長をもち、白色光であった。

【0021】このように、まったく同一材料、構造で作成したLED上に異なる蛍光体材料を積層することで、様々な色の発光素子を得ることができる。

【0022】次に、蛍光体層が導電性を有する場合の発光素子の構造例を図6を用いて述べる。

【0023】上述と同様の方法で紫外線発光LEDを作成するためのサファイア基板1上にGa_{0.9}N系材料層2〜6を積層成長させ、これに熱処理を加えてp型層6を低抵抗化させた。さらにその上に、気相成長法で蛍光体層としてZnS:Cu層17を成長させた。その後、フォトリソグラフィ技術と反応性気相エッチング(RIE)技術を用いて結晶の結晶表面の一部をエッチングによりn型Ga_{0.9}N層2に到達するまで掘り下げ、n型Ga_{0.9}N層2の上にn側電極9を、そしてZnS:Cu層17の上にp側電極8を形成して発光素子を作成した。この発光素子は、ピーク波長530nmの緑色発光を示した。このように蛍光体層が導電性を有する場合は、蛍光体層上に電極8を形成することも可能である。

【0024】以上述べたように、本発明の実施形態によれば、発光ダイオードと蛍光体とを有機的に組合わせたので、小形、軽量、低消費電力、長寿命といったLEDの長所をそのまま生かしながら、従来のLEDでは実現できなかった色合いの発光素子が容易に得られる。

【0025】また、同一構造で蛍光体材料だけを変える

ことにより、種々の色の発光素子を容易に得ることができるため、従来では種々の色の発光素子を作製するために、発光色毎に材料を変え、材料毎にLED製造装置を揃えて、製造技術を立上げていかなければならなかったものが、製造に必要な装置が少なく済み、製造工程が簡略化できるため、製造コストを大幅に低減できる。

【0026】また、蛍光体材料を変えても励起光を出すLEDの特性は変わらないため、電気特性が同じで発光色だけが異なる発光素子を容易に得ることができる。このため、発光色の異なる素子を組合わせて使う際に、従来はLEDの特性毎に駆動回路を変えなければならなかったものが、全て同じ駆動回路で発光させることができるようになり、駆動系の簡素化が図れる。

【0027】さらに、中間色や白色が容易に得られるため、これまでLEDが使われていなかった照明などの分野にも適用することができる。

【0028】なお、発光素子用いる蛍光体は、LEDの発光により励起されて蛍光を発するものならばいずれでも良い。またLEDの発光により励起されてりん光を発する材料(夜光塗料等)もここでは蛍光体材料に含まれる。

【0029】励起光を発するLEDの材料、構造は、用いる蛍光体に合わせて蛍光体の励起に最適なもの、例えばAlGaAs、GaP系などを選べば良く、特定のものに限定されない。ただし、蛍光体の励起光としては、可視光よりも紫外線の方が効率が良く、紫外線を発するLEDの材料としては、今のところGaN系材料が最も高効率である。

【0030】蛍光体の塗布厚さは、励起光の強度、蛍光体の励起光吸収率に合わせて最適値を選べば良く、限定されるものではない。

【0031】なお、LEDチップに積層する蛍光体は、実施の形態で述べたような塗布による方法だけでなく、蛍光体だけを直接蒸着やスパッタ法で積層したり、チップ上にSiO₂やAl₂O₃等をCVD法で積層する際に蛍光体をドーブして積層することができる。発光素子の蛍光体層表面に、保護膜や光の屈折率を制御するための膜を設けることも可能である。

【0032】本発明にかかる発光素子は、従来表示用素子として広く用いられているLEDと同様の用途に用い

ることができるほか、発光色が中間色の発光素子が得られることから、これまでLEDが利用されていなかった多色を必要とする機器の表示灯や照明灯にまで幅広く応用することが可能である。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、LEDに積層した蛍光体をLEDで励起して発光させるという簡単な構造で、小形、軽量、低消費電力、長寿命といったLEDの長所をそのまま生かしながら、従来のLEDでは実現できなかった白色、中間色を含む様々な色合いの光を発することができる。また、LEDの材料や構造を変えず、蛍光体材料を変えるだけで、種々の色を発光することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態例にかかる発光素子の構造を示す図である。

【図2】GaN系紫外線LEDの発光スペクトルである。

【図3】蛍光体にY₂O₃:Eu³⁺を用いて作成した本発明の実施の形態例にかかる発光素子の発光スペクトルである。

【図4】蛍光体に3Sr₃(PO₄)₂·CaCl₂:Eu²⁺を用いて作成した本発明の実施の形態例にかかる発光素子の発光スペクトルである。

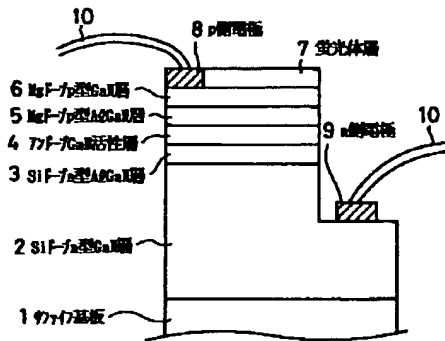
【図5】蛍光体に3Ca₃(PO₄)₂·Ca(F,Cl)₂:Sb³⁺, Mn²⁺を用いて作成した本発明の実施の形態例にかかる発光素子の発光スペクトルである。

【図6】本発明の他の実施の形態例にかかる発光素子の構造を示す図である。

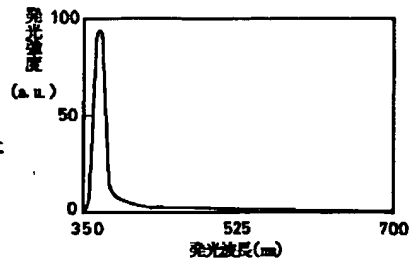
【符号の説明】

- 1 サファイア基板
- 2 n型GaN層
- 3 n型AlGaN層
- 4 GaN活性層
- 5 p型AlGaN層
- 6 p型GaN層
- 7 蛍光体層
- 8 p側電極
- 9 n側電極

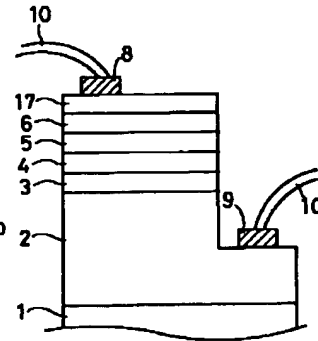
【図1】



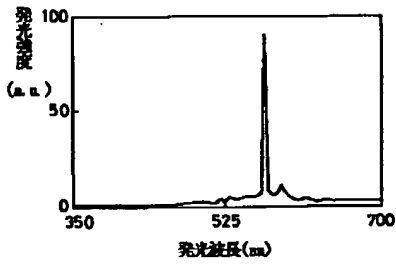
【図2】



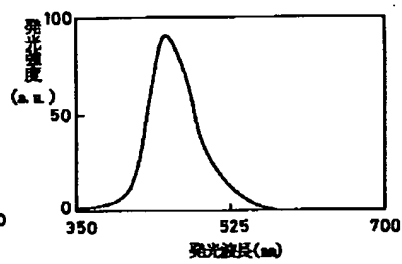
【図6】



【図3】



【図4】



【図5】

